

基于实践和应用能力培养的微生物学教学课程设计探索

刘晓亭, 李子, 刘磊, 汪楠楠, 孙艳华*

安徽职业技术学院 环境与生命健康学院, 安徽 合肥 230011

刘晓亭, 李子, 刘磊, 汪楠楠, 孙艳华. 基于实践和应用能力培养的微生物学教学课程设计探索[J]. 微生物学通报, 2025, 52(7): 3362-3377.

LIU Xiaoting, LI Zi, LIU Lei, WANG Nannan, SUN Yanhua. Exploration on the curriculum design of Microbiology for training practical skills and application ability[J]. Microbiology China, 2025, 52(7): 3362-3377.

摘要: 职业教育以培养技术应用型人才为目的, 为了提高专业人才培养质量, 需要加强学生实践和应用能力的培养。微生物学是我校药品生物技术专业的一门核心课程, 课程教学团队从培养实用型专业人才出发, 根据微生物学学情分析和教学中存在的痛点问题, 对微生物学课程教学进行了探索与改革。通过落实课程新标准, 明确了课程三位一体的教学目标; 根据岗位需求, 重构强化学生实践能力培养的教学内容; 打造以学生为中心, 通过虚实结合、理论和实践结合以及线上线下结合, 全课程贯穿课程思政的高效教学课堂; 构筑全过程多元多维评价体系, 有效掌控教学效果。通过教学改革和实践, 充分发挥了学生学习积极性和主动性, 学生学习目标更加明确, 在实践中提高了学生的综合职业能力, 教学效果显著提高, 为培养高素质技术服务型及技能型人才提供了支撑。

关键词: 微生物学; 教学改革; 课程思政; 以学生为中心

资助项目: 2022 年安徽职业技术学院质量工程项目(2022yjjpkc18); 2023 年安徽职业技术学院质量工程重点项目(2023yjjyxm04); 2022 年度安徽省省级质量工程项目(2022zygzsj035)

This work was supported by the 2022 Quality Engineering Project of Anhui Vocational and Technical College (2022yjjpkc18), the 2023 Key Quality Engineering Project of Anhui Vocational and Technical College (2023yjjyxm04), and the 2022 Anhui Provincial Quality Engineering Project (2022zygzsj035).

*Corresponding author. E-mail: 1156942117@qq.com

Received: 2024-11-11; Accepted: 2025-03-05; Published online: 2025-03-27

Exploration on the curriculum design of Microbiology for training practical skills and application ability

LIU Xiaoting, LI Zi, LIU Lei, WANG Nannan, SUN Yanhua*

School of Environment and Life Health, Anhui Vocational and Technical College, Hefei 230011, Anhui, China

Abstract: The main purpose of vocational education is to train technical talents who could apply their professional knowledge to production. It is necessary to improve the training of students' practical skills and application ability. Microbiology is a core curriculum for students majoring in pharmaceutical biotechnology at Anhui Vocational and Technical College. Considering the learning situation and main teaching challenges, our teaching team has explored and reformed the teaching of Microbiology. We clarified the trinity teaching objectives of the curriculum through implementation of the new curriculum standards and reorganized the teaching contents to improve the practical skills of students based on job requirements. By combining reality with virtuality, theory with practice, and online and offline teaching, we built a student-centered efficient class incorporating ideological and political education. Furthermore, we built a multi-dimensional evaluation system for the entire teaching process to control the teaching effectiveness. The teaching reform fully mobilized the learning enthusiasm and initiative, clarified the study goals, and enhanced the comprehensive vocational abilities of students, thereby significantly improving the teaching effectiveness. It supports the training of qualified talents who are able to provide technical services.

Keywords: Microbiology; teaching reform; ideological and political education of curriculum; student-centered

微生物与人类社会的发展有着极为密切的关系,在医疗保健、工业发展、农业生产、环境保护和基础理论研究等方面有着重大影响^[1],尤其在生物制品的生产(抗生素、维生素和酶制剂等)和药物的微生物学检测、控制等方面有着广阔的应用,构成了现代药物生产、检验技术的基础^[2],其中抗生素的大规模生产与推广是医疗保健战线上的“六大战役”之一,而生物制药已经成为我国“十四五”新兴产业之一。随着生物制药产业的发展壮大,各种新技术、新方法不断涌现,社会对药品生物技术专业人才的综合素质要求也相应地在不断提高。微生物学是高职院校药品生物技术类专业开设的一门基础课程,强调知识的完整性和系统性,但课程的教学内容与专业并未紧密联系起来,对实践能

力的培养重视不够,导致职业特色不够突出,与工作岗位技术应用能力要求有一定的差距^[3],再加上传统的教学模式存在的一些弊端,很大程度上制约了药品生物技术专业学生职业能力的培养。因此,如何结合职业专业技能要求进行微生物课程教学改革从而提高学生的职业素养,是本文探讨的核心问题。

1 微生物学学情分析和教学中的痛点问题

1.1 学情分析

依托学习通、智慧职教云平台和虚拟仿真软件等,动态采集学生学习成绩和行为数据等信息,从知识与技能基础、认知和实践能力,以及学生学习的特点三方面展开学情分析,具

体见图 1。

首先,在知识与技能基础方面,本课程的授课对象为我校药品生物技术专业二年级学生,学生已通过学习生物化学、药理学和药物化学等课程掌握了知识与技能基础,前导知识测试显示,学生对于生物化学和药理学这类型知识点多、应用性强的课程,会出现易混淆和难应用的问题,导致分数偏低。

其次,在认知和实践能力方面,通过对前

导课程实操成绩的分析,学生在虚拟仿真操作、医疗生产智慧系统和设备参数的设置等均在 80 分以上,而设备操作与维护以及设备故障分析与排除低于 80 分,反映出学生动手能力较强,但解决实际问题的能力有待提升。

最后,在情感态度与学习特点方面,学生对劳模精神和工匠精神认同度较高,并在学习过程中积极传承和弘扬。平台问卷调查显示,信息化教学资源选择人数达 92%,这表明学生

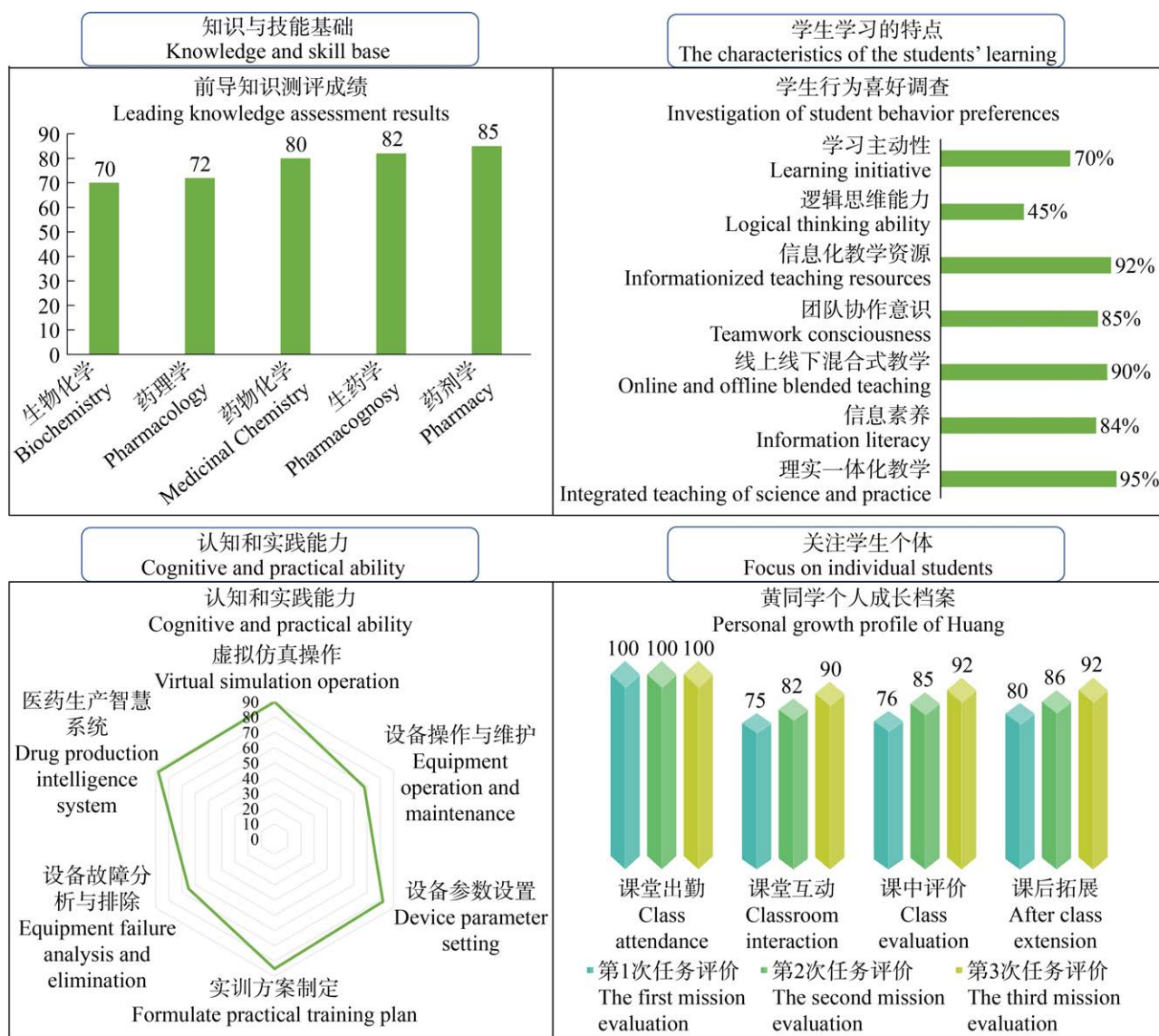


图 1 微生物学学情分析

Figure 1 Analysis of the learning situation in Microbiology course.

喜欢借助微课、动画、仿真软件等信息化手段学习^[4-5],对真实工作任务兴趣浓厚,喜欢小组协作,互动式学习,但学习主动性不强,仅为70%,工程思维和思辨能力较弱,仅为40%左右。

1.2 改革前微生物学教学中存在的痛点问题

1.2.1 逻辑思辨能力相对薄弱(痛点 1)

微生物学课程涵盖了微生物学基础知识、免疫学知识和药物微生物的检查等内容^[6],知识点较分散而且不系统。若教师在教学时按照章节教学,学生一般很难把握前后章节知识点之间的联系而无法将知识系统化^[7]。例如,细菌的形态和构造位于微生物学基础知识中的原核生物的形态、构造和功能这一章节,抗生素类药物及抑菌机理位于有害微生物控制这一章节,学生很难将抗生素抑菌的原理与细菌细胞结构知识点整合在一起,从而将知识内化。

1.2.2 综合分析能力有待加强(痛点 2)

微生物学实验主要开展的是基础性微生物学实验,实验项目相互孤立,连贯性不强,导致学生缺乏整体思维意识,不能将所学基本操作技能用于相关的微生物岗位^[7-8]。

1.2.3 专业素养有待提高(痛点 3)

学生在微生物学理论知识和实践操作中虽然已经认识到无菌操作的重要性,但是没有意识到药品微生物检测关系到药品质量及患者用药安全。因此,依据专业人才的社会需求和岗位要求,结合学情分析和痛点问题,从服务产业发展的角度出发,亟须对药品生物技术专业微生物学课程进行课程改革。根据职业岗位应该具备的能力为出发点确定培养目标,设计教学内容、教学策略和教学过程并评估教学效果,体现职业教育的实践性和应用性^[9]。

2 教学目标的设计

自全国职业教育大会提出职业教育“四位一体”(即岗课赛证融通)全新育人模式之后,推进岗课赛证综合育人成为职业院校提高高等职

业教育人才培养的重要抓手^[10]。首先,秉持“以服务为宗旨、以社会需求为导向、以能力培养为目标”的教学理念,指导课程的开发和设计,本课程授课教师前往与我院合作的生物制药公司展开了充分的调研,明确了与微生物学课程相关的职业岗位群主要包括微生物药物生产岗位、药物制剂生产岗位和药物分析检测岗位。其次,依据课程标准、1+X 职业技能标准、行业技术标准,对学科相关企业岗位群和职业岗位能力进行分析,以全国生物技术技能大赛为驱动,设定以思想政治为引领,基于“岗课赛证”三位一体的教学目标。根据教学内容和岗位要求确定教学重点,结合学情分析和痛点问题预判教学难点,通过“教学做”一体化教学和虚拟仿真联动式教学解决教学重点,通过校企联动和线上线下相结合攻破教学难点。课程教学目标与教学重点和难点的解决途径的具体内容见图2,具体教学目标见表1。

3 教学内容的重构

由于目前尚缺少针对药学类专业的微生物学教材,一般的微生物学教材编写以系统的微生物学基础知识为主线,注重基础理论知识的掌握,缺乏实用性和岗位指向性^[9]。在职业教育中,应强化实践能力培养,教学内容的选取应基于职业岗位需要,课程内容要与职业标准对接。

根据药学类专业特点,可将教学内容整合为微生物学概论、免疫学知识和微生物学在药学中的应用3个模块(图3)。其中,微生物学概论模块主要讲授微生物的形态结构、营养与代谢、生长与控制、选育与保藏等内容,将这一模块和实践教学内容的基础实验技能进行整合,根据二者的相关性,以实验教学项目为主线设计了5个教学模块(图3),进行“教、学、做”一体化教学。通过这5个实验模块的学习,学生可以更好地整体掌握基础知识和基本技能^[11],学生既掌握了微生物学基础知识,实现了“做中

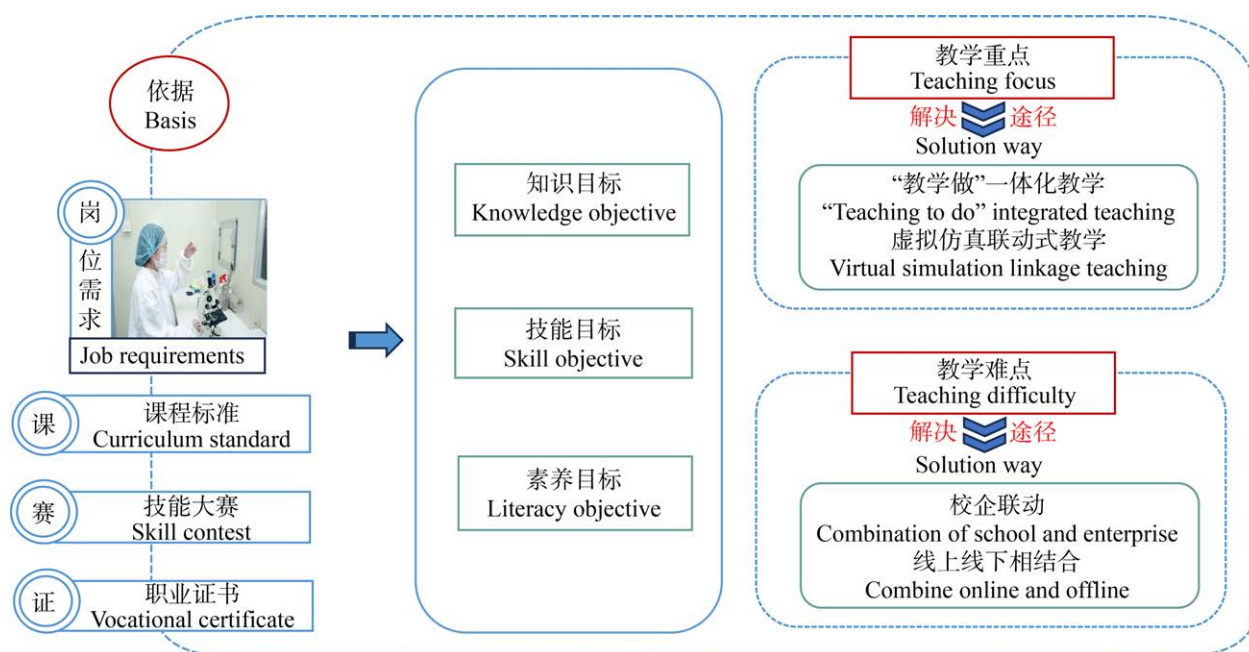


图2 微生物学课程的教学目标与教学重难点解决途径

Figure 2 Teaching objectives and ways to solve teaching focus and teaching difficulties of Microbiology course.

学”，而且单项实验技能得到了系统的训练^[12]。免疫学知识模块主要讲授免疫系统、特异性免疫、非特异免疫以及结合专业的前沿动态介绍免疫学方法及其应用^[13]。微生物学在药学中的应用模块体现了本专业的特点，内容主要包括微生物学在药物生产中的应用、微生物药物与制药和微生物在药物检验中的应用。微生物学在药物生产中的应用包括消毒灭菌、无菌技术和药品生产过程中的微生物来源与控制^[6]，这一部分内容可以分别整合到微生物学概论的模块三和四(图3)。微生物药物与制药将在生物制药技术课程中学习，此处仅作简单的引导性介绍，便于与后续课程建立知识联系。微生物在药物检验中的应用是本模块中最重要的内容，包括药物抗菌实验、无菌药品的无菌检查法、非无菌药品的微生物限度检查法等药物质量检验中微生物学指标的基本原理和检验方法^[13]。

根据药品产业与微生物的关系，将微生物学实践教学内容分为基础实验技能训练、综合实验技能训练和设计开放实验3个模块(表2)。基

础实验技能训练模块与理论基础知识相结合进行“教学做”一体化教学(图3)。综合实验技能训练模块是将基本知识和基本实验技能结合起来，根据理论知识微生物学在药学中的应用模块设计的，注重对学生的综合能力的培养(痛点2)，包括药物的体外抗菌实验和药物的微生物学检查(灭菌制剂的无菌检查和非灭菌制剂的微生物限度检查)(表2)。开放实验模块的设计是将基础验证性实验与综合应用性实验结合起来，锻炼学生分析问题和解决问题的能力，包括抗生素产生菌的筛选、鉴定、微生物代谢产物抗菌活性筛选和青霉素的发酵及其效价测定(表2)。

4 课程思政教学设计

微生物学课程内容与人类的生产实践、日常生活、生命健康息息相关。传统的教学模式中，微生物学课程课堂教学偏重专业知识与技能的传授，思政教育理念相对缺乏，对课程蕴含的思政教育元素关注较少。面对人才培养中

表 1 微生物学课程教学目标

Table 1 Teaching objectives of Microbiology course

目标类型	目标内容
Types of objective	Learning objective
知识目标 Knowledge objective	1. 熟记微生物的概念、特点、类群以及微生物与人类的关系 2. 描述常见微生物的生物学特性、消毒灭菌方法、微生物遗传变异与菌种保藏技术 3. 总结抗生素和酶制剂等生物药物的药效学相关知识 4. 阐述药敏试验平板法原理及操作步骤 5. 列举微生物学在药物检验中的应用 6. 熟知微生物发酵制药的基本步骤 7. 总结细菌、放线菌和真菌在制药工业中的应用，病毒的干扰现象和在医药工业中的应用，流感病毒和 HBV 等其他病原微生物的致病性及防治方法
技能目标 Skill objective	1. Memorize the concept, characteristics, classification, and relationship between microbes and humans 2. Describe the biological characteristics of common microorganisms, disinfection and sterilization methods, microbial genetic variation and bacteria preservation technology 3. Summarize the knowledge of pharmacodynamics of biological drugs such as antibiotics and enzymes 4. State the principle and operating steps of the drug susceptibility test plate method 5. Enumerate the application of microbiology in drug testing 6. Know the basic steps of microorganism fermentation pharmaceutical 7. Conclude the industry application of bacteria, actinomycetes and fungi; The industry application of virus interference phenomenon; Pathogenicity and prevention of flu virus, HBV, and other pathogenic microorganisms
素养目标 Literacy objective	1. 熟练使用显微镜观察微生物，辨别细菌、真菌、放线菌的镜下形态特征 2. 熟练使用常规灭菌设备，进行无菌操作 3. 进行体外抗菌实验 4. 正确进行培养基配制、细菌分布检查、药敏试验操作并分析结果 5. 根据要求对供试药物进行无菌检查或限度检查
	1. Use the microscope to observe microorganisms and identify the morphological characteristics of bacteria, fungi and actinomycetes 2. Use commonly used sterilization equipment for aseptic operation 3. Conduct <i>in vitro</i> antibacterial experiments 4. Prepare the culture medium, inspect bacterial distribution, conduct drug sensitivity tests, and analyze the results 5. Test drug sterility or limit test as required
	1. 了解微生物学的发展史，并铭记微生物发展过程中的伟大科学家，培育和提升学生的专业认同感 2. 辩证地认识微生物与人类的关系 3. 通过细菌、真菌和放线菌形态观察，感受微生物世界的奥秘 4. 树立起牢固的无菌观念和良好的无菌操作意识 5. 拥有较好的职业素养，具备从事微生物检验或生产工作中具备严谨的态度，养成质量意识、风险意识
	1. Learn about the history of microbiology and remember the great scientists in its development to foster and enhance students' professional identity 2. Understand the relationship between microorganism and human 3. Discover the microbial world by observing the morphology of bacteria, fungi and actinomycetes 4. Establish a firm aseptic concept and good aseptic operation awareness 5. Have a good professional quality, have a rigorous attitude in microbial inspection or production work, develop quality awareness and risk awareness

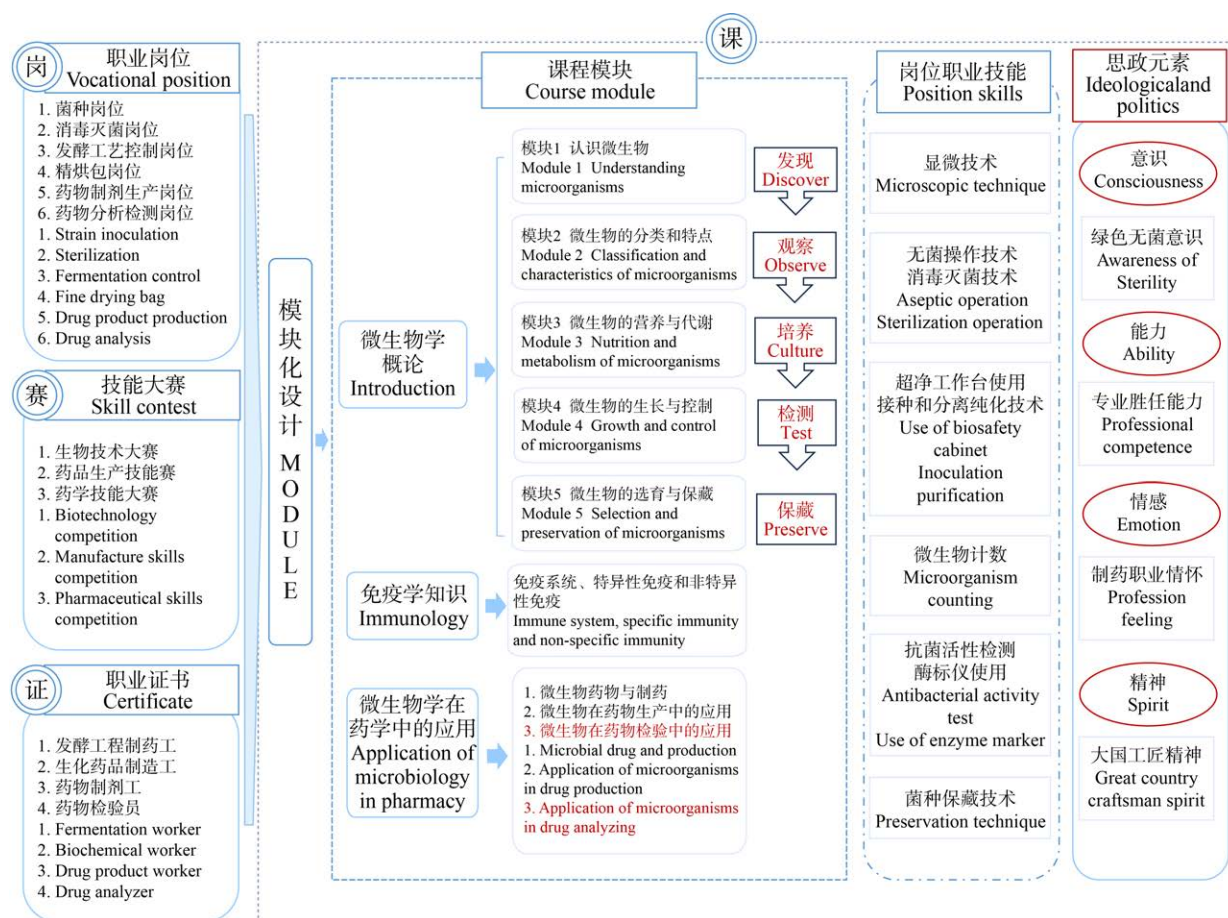


图3 微生物学课程教学内容重构

Figure 3 Reconstructing the teaching content of Microbiology course.

技能和素养脱节的情况,应根据专业课程独特性,从情感、精神、意识和能力4个维度,深挖其中的学科育人资源^[14],实现思想政治教育、专业理论教育和实践教学“三位一体”的教学目标^[15]。本课程的课程思政设计内容见表3。例如在讲授和抗生素相关的知识时,首先以讲故事方式引入弗莱明发现青霉素的案例——第一个被发现的抗生素,引导学生树立榜样力量,使学生认识到敏锐的观察力、坚定的信念和坚韧不拔的毅力在科研中的重要性。同时,为了提升学生的民族自信心,介绍我国科研工作者在青霉素的结晶纯化方面的巨大贡献,提高了抗生素的纯度,降低了抗生素使用过程中发生非常严重的过敏反应的可能性,打破了国外在相关领域的垄断。在讲抗生素的抑菌机理和耐

药性机制时,通过世界卫生组织近年发布的数据,解释每年流感等疾病造成的死亡中,有30%–50%是患者对抗生素耐药,进而导致药物治疗失败,这可以使使学生认识到滥用抗生素的严峻性,教育和引导学生科学合理运用抗生素,珍爱生命和健康。最后,通过比较不同抗生素的不同抑菌原理,启发学生通过学习微生物基础知识学会药物设计的思路和科研方法^[16]。在设置教学目标时,我们以抗战时期有关盘尼西林的重要历史节点或事件,结合现阶段我国生物医药产业定位,引导学生思考“把生物医药产业发展的命脉牢牢掌握在我们自己手中”的重要性,在培养学生的实践能力的同时,提升学生的职业素养,激发学生的使命担当(痛点3)。

表 2 微生物学课程实验教学内容的设计
Table 2 Design of experimental teaching content for Microbiology course

模块 Module	内容 Content
基础实验技能 Basic experimental skill	1. 显微镜的使用和细菌、霉菌、放线菌的形态观察 2. 细菌总数的测定 3. 细菌的革兰氏染色 4. 培养基设计、配制和灭菌 5. 细菌的培养与无菌操作技术 6. 定量测定微生物菌属与微生物的保藏 1. The use of microscopes and morphological observation of bacteria, mold and actinomyces 2. Determination of total bacterial count 3. Gram staining of bacteria 4. Design, preparation and sterilization of medium 5. The culture of bacteria and Aseptic technique 6. Quantitative determination of microbial genera and their preservation
综合实验技能 Comprehensive experimental skill	1. 药物的体外抗菌实验 2. 药物的微生物学检查(灭菌制剂的无菌检查和非灭菌制剂的微生物限度检查) 1. Antibacterial experiment of drugs <i>in vitro</i> 2. Microbiological examination of drugs sterility test for sterilized drug products and microbial limit test for non-sterilized drug products
开放实验 Open experiment	1. 抗生素产生菌的筛选、鉴定 2. 微生物代谢产物抗菌活性筛选 3. 青霉素的发酵及其效价测定 1. Screening and identification of antibiotic producing bacteria 2. Screening of microbial metabolites for antimicrobial activity 3. Fermentation and potency determination of penicillin

5 教学模式的创新

5.1 教学策略的改革创新

传统的教学方法以教师为中心，学生的参与度较低，实践能力无法得到充分培养。针对此问题，教学团队充分应用信息技术、采用线上和线下结合、虚实结合、理论和实践结合进行创新。同时，为了丰富教学资源，以立德树人为根本任务，深耕第一课堂，丰富第二课堂，融入课堂、校园、社会 3 种文化载体，开展社会实践和社会服务。

教师通过“课前-课中-课后”三阶段，利用自主建设的学习通课程和优质微生物学实验线上课程等线上教学资源^[17]，使学生实现课前自学、课中学练和课后拓展，打破了传统教学学生学习时间和空间的限制，实现“线上+线下”教学策略，打造高效教学课堂。针对“教学做”一体课

程，课前，学生充分利用学校购买的微生物虚拟仿真软件进行系统性的模拟，从而了解、熟悉和掌握实验操作的流程。课中，教师讲授基础知识并示范基础实验操作流程，学生以实验室的平台进行实操演练，学生通过亲自动手操作，熟悉实验流程，了解操作要点，增强学生实践能力，从而实现虚实结合、理论和实践结合。在教学过程中，教师通过运用大数据、人工智能等现代信息技术，不仅可以实现数字化赋能课程教学，而且还能精准开展教与学行为分析，方便教师更好地掌握课程教学效果、进行教学反思、并实现课程内容的重构和教学方法的创新^[17]。

为了提高学生的参与度，还应用了“启发式教学法”“自主探究教学法”“案例教学法”等教学方法，进而提高教学效果。例如在讲授细菌的细胞壁时，可以采用“启发式教学”，提

表3 微生物学课程教学内容、案例及育人元素

Table 3 Teaching contents, cases and educational elements of Microbiology course

章节 Chapter	案例引入 Case	育人元素 Educational element
微生物与人类 (第一章) Microbes and humans (Chapter One)	1. 制曲酿酒 2. 由鼠疫杆菌引起的黑死病 1. Koji brewing 2. The Black Death caused by the bacterium <i>Yersinia pestis</i>	1. 增强学生的文化自信 2. 培养学生辩证思维能力 1. Enhance students' cultural self-confidence 2. Cultivate students' ability of dialectical thinking
原核生物的形态、构造和功能(第二章) Morphology, structure and function of prokaryotes (Chapter Two)	1. 蓝细菌大规模暴发造成水色变化和鱼类大量死亡 2. 我国汤飞凡教授在衣原体方面的巨大贡献 1. Large outbreaks of cyanobacteria caused changes in watercolor and mass fish deaths 2. Professor Tang Feifan's great contribution in chlamydia	1. 认识到人类与微生物和谐相处的重要性 2. 激发学生的民族自豪感 1. Recognize the importance of harmony between humans and microbes 2. Inspire students' national pride
真核微生物的形态、构造和功能(第三章) Morphology, structure and function of eukaryotic microorganisms (Chapter Three)	1. 弗莱明发现青霉素的过程 2. 食用菌与农业资源利用 1. Fleming's discovery of penicillin 2. Edible fungi and utilization of agricultural resources	1. 培养学生认真观察、潜心钻研、锲而不舍的科研精神 2. 树立生态文明观 1. Cultivate students' scientific research spirit of careful observation, dedicated study and perseverance 2. Promote ecological civilization
病毒和亚病毒因子 (第四章) Viral and subviral factors (Chapter Four)	1. 因发现病毒与疾病的关系而获得诺贝尔奖的案例(HPV 和 HIV) 2. 卫星病毒: 丁型肝炎的特点和传播途径 1. Nobel Prize for the discovery of the relationship between viruses and diseases (HPV and HIV) 2. Satellite virus: characteristics and transmission routes of hepatitis D	1. 这些学者们的执着的科学精神, 创造性的思维方法和独特的实践能力, 值得我们认真思考和学习 2. 让学生了解卫星病毒的传播方式, 珍爱生命, 严格注射器、针头与针灸针的消毒 1. The persistent scientific spirit, creative thinking method and unique practical ability of these scholars are worth our serious thinking and learning 2. Let students understand the transmission mode of satellite virus, cherish life, and strictly disinfect syringes, needles and acupuncture needles
微生物的营养和培养基 (第五章) Microbial nutrition and culture medium (Chapter Five)	1. 红螺菌在污水处理方面的应用 2. 我国清洁能源的研究现状: 以工农业生产中的废弃物作为生物乙醇的原料 1. Application of <i>Rhodospirillum</i> in sewage treatment 2. Research status of clean energy in China: waste from industrial and agricultural production is used as raw material for bioethanol	1. 使学生认识到微生物在环境保护中的重要作用性, 辩证地认识微生物 2. 抓住微生物在再生经济、循环经济中的核心地位, 进行生态文明和可持续发展的思政教育 1. Make students realize the important role of microorganisms in environmental protection and dialectically understand microorganisms 2. Grasp the core position of microorganisms in regenerative economy and circular economy, and carry out ideological and political education on ecological civilization and sustainable development

(待续)

(续表 3)

章节 Chapter	案例引入 Case	育人元素 Educational element
微生物的新陈代谢 (第六章) Microbial metabolism (Chapter Six)	我国科研工作者王静康院士提出的工业结晶改善了青霉素的粒度, 提升了抗生素品质, 使抗生素使用过程中没有非常严重的过敏反应发生 The industrial crystallization proposed by Academician Wang Jingkang, a scientific researcher in China, improved the particle size of penicillin and the quality of antibiotics, so that no very serious allergic reactions occurred during the use of antibiotics	通过我国科研工作者对青霉素的结晶纯化方面贡献巨大, 增强学生的民族自信心 Through our research workers to the crystallization and purification of penicillin made a great contribution to increasing students' national self-confidence
微生物的生长及其控制 (第七章) Microbial growth and control (Chapter Seven)	1. 微生物导致食物中毒的案例 2. 通过“食物中毒”的症状解释微生物的生长规律 3. 家用电器冰箱的防腐原理 1. Cases of food poisoning caused by microorganisms 2. Explain the rule of microbial growth through the symptoms of “food poisoning” 3. The anticorrosion principle of household appliance refrigerator	1. 让学生认识到食品安全的重要性, 提高食品安全的意识 2. 低温保鲜作为重要的贮藏方式, 可以降低储藏期间的品质劣化, 保证食品安全 1. Let students realize the importance of food safety, improve awareness of food safety 2. As an important storage method, low temperature preservation can reduce the quality deterioration during storage and ensure food safety
微生物的遗传变异和育种 (第八章) Genetic variation and breeding of microorganisms (Chapter Eight)	中国转基因农作物应用最成功的标志: 转基因抗虫棉 The most successful symbol of transgenic crop application in China: transgenic insect-resistant cotton	让学生建立减少化学农药的使用量, 保护环境和生态平衡的意识 Let students build awareness of reducing the use of chemical pesticides, protecting the environment and ecological balance
微生物的生态 (第九章) Microbial ecology (Chapter Nine)	1. 活性污泥在污水微生物处理技术中的应用 2. 开发利用生物固氮微生物可以减少农用化肥的施用量 3. 生物防治病虫害以减少化学农药的施用-苏云金芽孢杆菌 1. Application of activated sludge in microbial treatment of sewage 2. The development and utilization of biological nitrogen fixing microorganism can reduce the amount of agricultural fertilizer 3. Biological pest control to reduce the application of chemical pesticides- <i>Bacillus thuringiensis</i>	使学生认识到微生物对生态文明建设作用, 培养学生具有建设美丽中国是把生态文明建设放在突出地位的意识 Make students realize the role of microorganisms in the construction of ecological civilization, and train students to have the awareness that the construction of ecological civilization is placed in a prominent position in the construction of beautiful China
传染和免疫 (第十章) Infection and immunity (Chapter Ten)	1. 我国著名传染病学家李桓英对抗麻风病的故事 2. “炎症反应”的五大特征 3. 德国科学家发现白喉毒素抗血清是受我国中医“以毒攻毒”的启发 1. The story of Li Huanying, a famous Chinese infectious disease scientist, fighting against leprosy 2. Five characteristics of the “inflammatory response” 3. The discovery of diphtheria toxin antiserum by German scientists was inspired by Chinese traditional medicine's “fighting poison with poison”	1. 科学家们无私奉献的精神将激励学生牢记自己的使命和担当 2. 我国传统医学有许多值得借鉴的地方, 培养学生的文化自信 1. The selfless dedication of scientists will inspire students to remember their mission and responsibility 2. Traditional medicine in our country has many references for cultivating students' cultural confidence

出学生感兴趣的问题：“抗生素为什么可以抑菌，青霉素为什么主要可以抑制大部分革兰氏阳性菌？”老师以青霉素、万古霉素等药物在细胞壁合成中的作用靶点为拓展，解释青霉素杀菌的原理：革兰氏阳性菌有一个重要的膜蛋白—青霉素结合蛋白，是合成细菌细胞壁肽聚糖中五肽交联桥的关键酶，此蛋白结合了青霉素后会抑制四肽尾和五肽交联桥的连接，也即切断肽聚糖的合成，而革兰氏阴性细菌的细胞壁肽聚糖没有类似革兰氏阳性菌的特殊的肽桥，只形成较为稀疏、机械强度较差的肽聚糖网套，进而解释了青霉素主要可以抑制大部分革兰氏阳性菌。通过教学方法的创新改革，提高了学生的参与度，由原来的知识灌输对象成为知识的主动构建者^[17] (痛点 1) (图 4)。

5.2 具体教学过程应用

在教学过程中，以实践应用能力培养为目

的，坚持以学生为中心，实施融“教、学、做”为一体的线上线下混合教学模式开展教学活动 (图 4)。课前自学，承上启新，教师推送教学资源并布置预习任务，并根据学习数据了解学生预习情况和对前期学情分析中的 3 个痛点进行针对性设计，动态调整课堂教学。课中，通过“导、懂、练、展、评”五步渐进，寓教于乐，提高学习兴趣，助力突破教学难点。课后，通过对拓展性问题进行查阅，培养学生自主学习和团结协作的能力。

以“细菌”教学内容为例，教学实施过程见图 5。课前，教师通过学习通平台发布教学资源，暴发于 14 世纪意大利佛罗伦萨的由鼠疫耶尔森氏菌(*Yersinia pestis*)引起的黑死病视频和“细菌学之父”科赫在证明某种微生物是否为某种疾病病原体方面做出的贡献等相关资料。布置预习任务并组织学生在虚拟仿真平台进行 3D

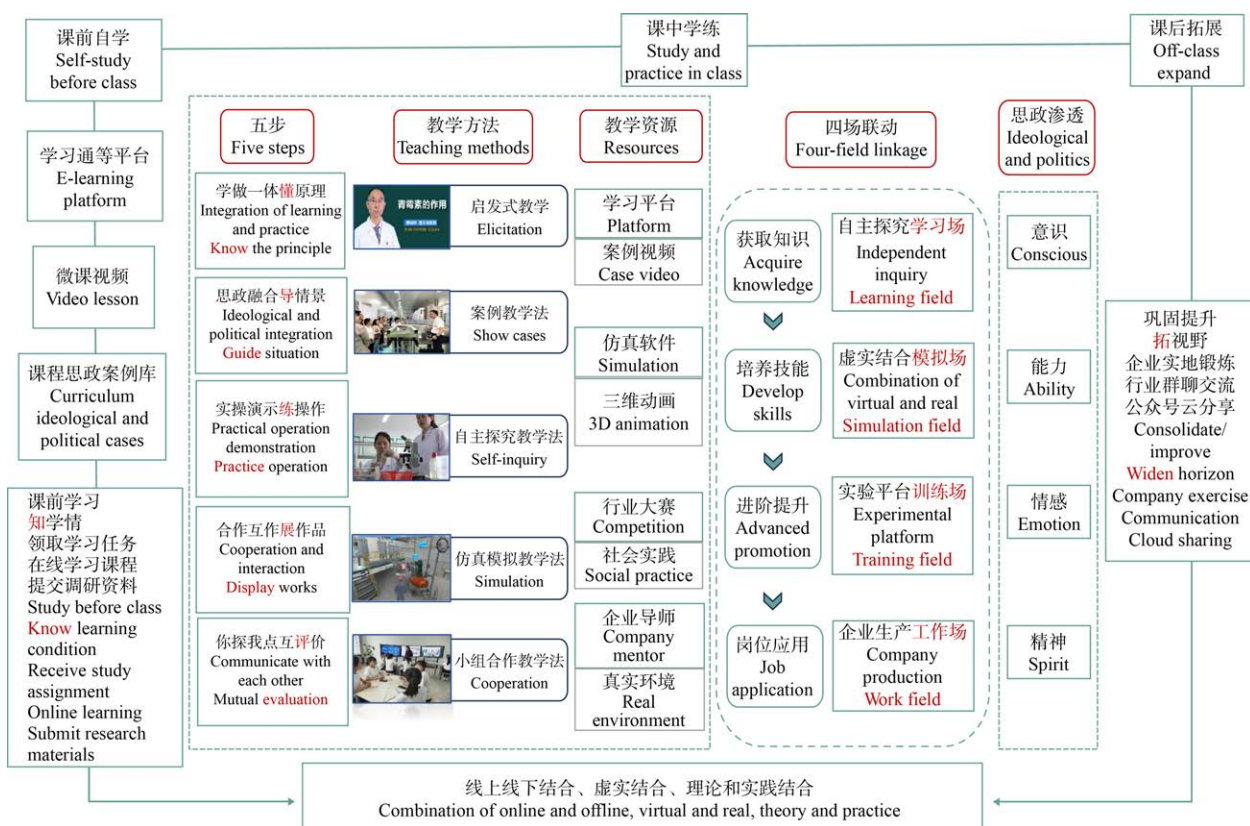


图 4 微生物学课程教学策略

Figure 4 Teaching strategy of Microbiology course.

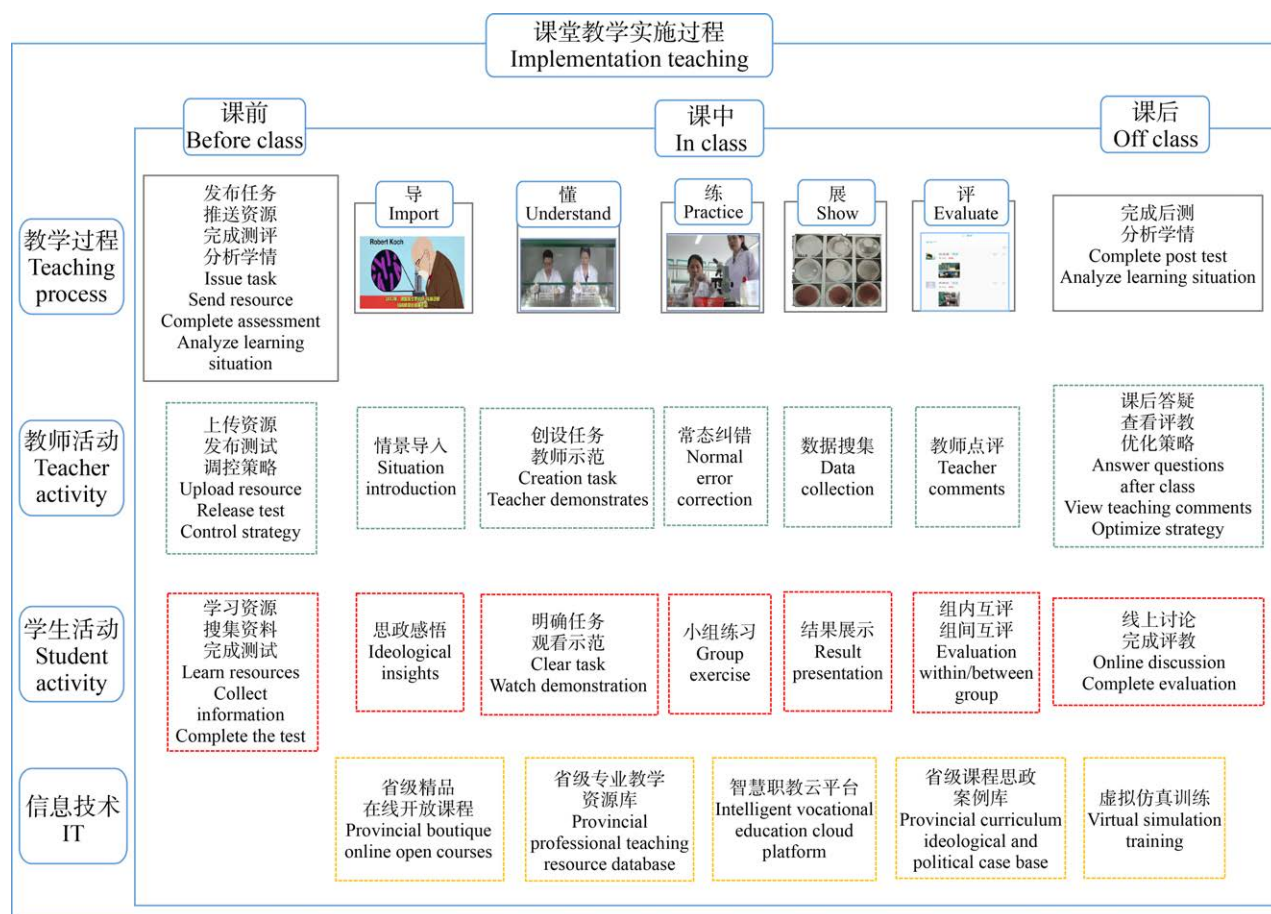


图 5 微生物学课程的具体教学实施过程

Figure 5 Specific teaching implementation process of Microbiology course.

大肠菌群计数虚拟仿真练习, 在学生预习任务完成之后, 教师在上课之前通过平台推送课前相关测试, 通过课前测试的结果, 了解学生预习情况, 发现学生对革兰氏阳性细菌和阴性细菌的细胞壁结构和功能容易混淆。课中教师通过学生课前测试反馈, 动态调整课堂教学, 通过革兰氏阳性细菌和阴性细菌的比较来讲解二者的结构和功能, 并规范演示大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 平板菌落计数法过程, 学生分组强化训练, 攻克实操重点。最后学生汇报并展示实验结果, 进行组间互评, 教师进行点评, 根据实验结果因材施教, 设计分层任务, 实施分类指导。课后, 教师布置 2 个拓展性问题: (1) 阐述革兰氏阳性细菌和阴性细菌的致病机理; (2) 在药品生产过程中, 如何进行洁净区环

境监测与判定。学生在课后完成老师布置的问题并对教师进行评教, 教师通过学生的线上评教优化教学策略, 从而达到教学相长的目的。

6 教学评价的重构

为了有效掌握教学效果, 本课程实施全过程多元多维评价(图 6)。评价主体由学生、教师、线上平台组成。借助线上平台监测记录学生学习的全过程, 涉及课前、课中和课后, 构建师生评价、自我评价、生生互评、企业导师点评的综合多维度评价体系, 强调过程评价、结果评价和增值评价。

在过程评价中, 课前, 根据平台学习数据开展课前自学评价; 课中, 根据教学任务重难点和开展情况, 进行课中学、学中练评价, 动

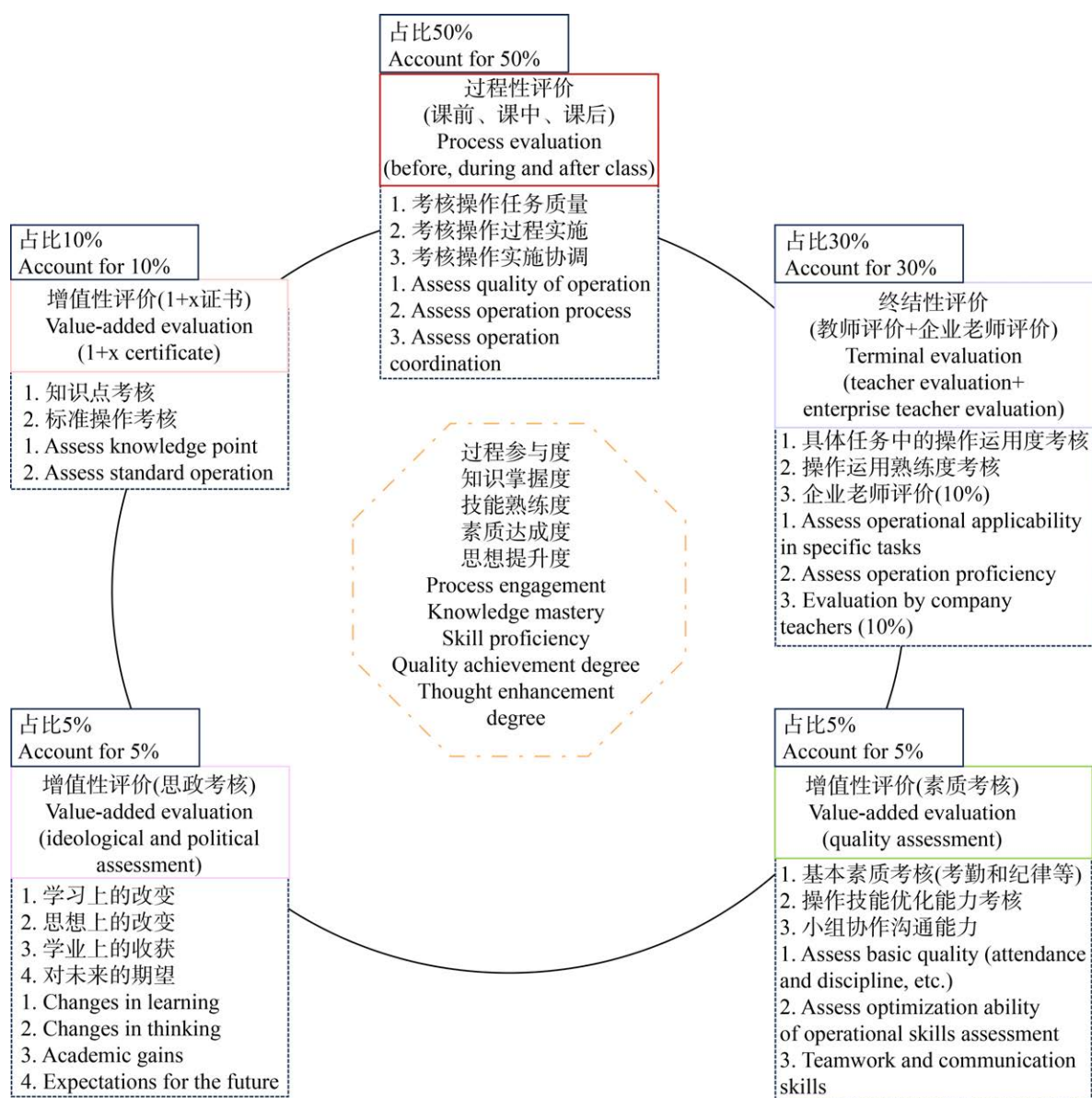


图6 微生物学课程的综合评价体系

Figure 6 Comprehensive evaluation system of Microbiology course.

态收集数据,开展项目任务评价;课后,根据学生学习数据,开展课后拓展评价。结果评价是根据学生课程的理论测试与实操技能测试结果进行课程结果评价。增值评价是根据学生在过程评价中项目任务内纵向评价和项目任务间横向评价数据变化,以及在结果评价中的数据变化,进行增值评价考核,同时将在职业素养、技能大赛、研发工作、第二课堂(企业实习)等工作中的素质提升也赋值到增值评价。通过探索

学生个体动态的增值评价,促进学生持续健康发展。评价体系涵盖思政、技能和知识3个维度。

7 教学改革成效

7.1 理论知识:锚定学习航向,夯实理论基础

微生物学课程通过设计多种教学方法进行改革创新,加强学生对于理论知识重难点的掌

握,教学效果显著。通过对近3年成绩考评统计结果分析发现,相较于创新改革前的教学(2020级),创新改革后的教学(2021级、2022级)学生的学习效果明显提升,优秀率为35%,不及格率为5%(图7)。通过对不同题型的得分情况分析还发现,学生在需要知识的系统化掌握的题型分数提升更为明显(痛点1)。学生通过课程专业内容学习,主动参加课程内容相关的技能比赛和考取相关职业资格证书,促进了知识的转换。

7.2 实操技能:打破学习屏障,传承工匠专技

针对痛点2问题,学生综合分析能力有待加强,将基础微生物学概论模块和实践教学内容的基础实验技能进行整合,并进行“教学做”一体化授课。同时加强围绕微生物在药学中的应用的综合技能训练,比如对消食口服液的微生物学检查(包括微生物总量和病原菌限量检测),根据检测结果判断其是否符合《中华人民共和国药典》对口服药物的质量要求标准^[2]。通过开展综合性实验,学生可以从一个比较完整的实验流程明确职业岗位应该具备的能力,提高学生综合运用微生物学实验技能解决实际

问题的能力。实现了从知识获取到能力提升,再到进阶提升和岗位应用,淬炼学生专业技能。通过学生技能期末考核情况发现,学生的学习效果显著提高,对微生物学教学改革普遍认可,对学生所在单位进行问卷调查发现,企业用人单位满意度也显著提高,调查结果分析如表4所示。

7.3 职业素养:融汇德技研创,升华“药”护民生

在教学过程中发现,学生对充满情感的故事能产生强烈共鸣,例如我国微生物学家汤飞凡先生以身试验来分离鉴定“衣原体”的故事,其勇于奉献的精神深深打动了同学们。以立德树人为根本任务,通过课堂、校园、社会三阶段全场景教学,深挖思政内涵,按照“导、懂、练、展、评”五步教学法,充分运用典型案例、榜样引领等思政元素融合方法,实现激发学生内驱力,深刻认识药品安全、严谨求实、精益求精的工匠精神和理念的教学效果。做到课堂育能、校园育德,社会育心,促进了专业育人和思政育人的有机融合(痛点3)。学生的职业素养在课程改革后模块2明显比没有改革前的模块1有显著提高(图8)。

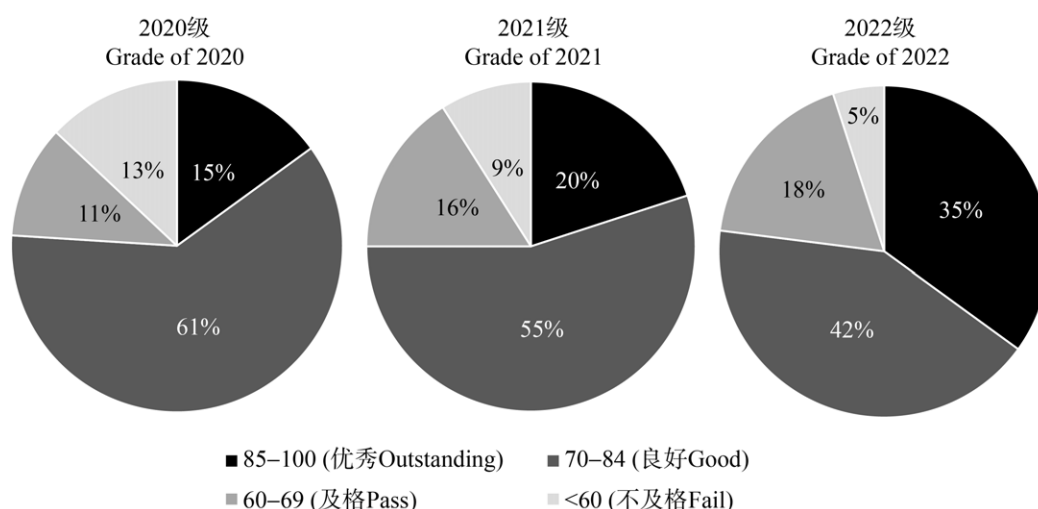


图7 创新改革前后微生物学考评成绩分布

Figure 7 Distribution of Microbiology assessment scores before and after innovation reform.

表 4 微生物学教学效果分析

Table 4 Analysis on teaching effect of Microbiology

时间 Time	学生 Student	技能考核(分) Skill assessment (score)	学生满意度(分) Student satisfaction (score)	企业满意度(分) Company satisfaction (score)
改革前 Before the reform	2020 级 Grade of 2020	7.8±1.9	8.4±1.4	8.1±1.1
改革后 After the reform	2021 级 Grade of 2021	8.5±1.3	8.9±1.0	8.8±1.1
改革后 After the reform	2022 级 Grade of 2022	9.1±0.8	9.1±0.9	9.1±0.9

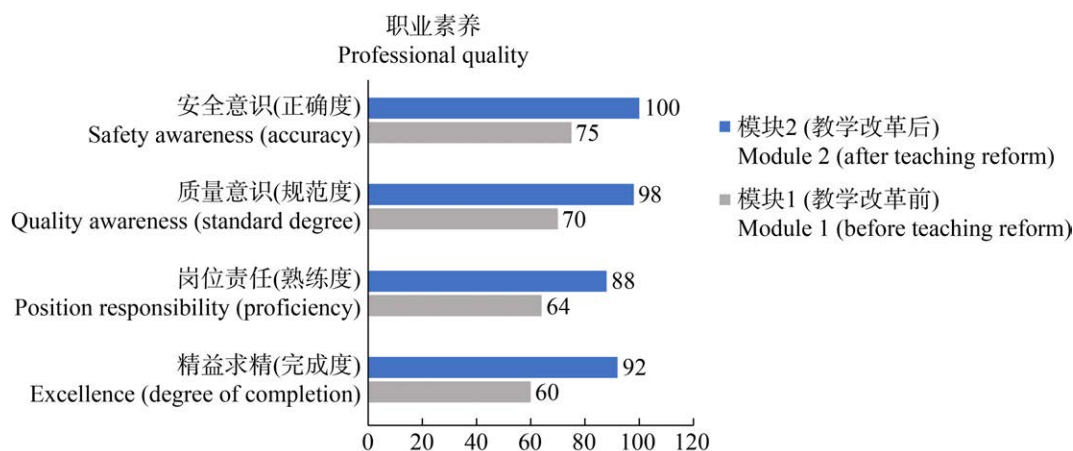


图 8 学生在不同模块的职业素养表现

Figure 8 Students' professional performance in different modules.

8 结语

针对职业岗位能力的需要,进行了教学改革,包括教学目标的确定、教学内容的整合、教学方法的更新和考核方式的重构等,构建了以能力培养为核心的微生物学课程教学模式。在教学过程中,基于“岗课赛证”一体化要求,知识的学习与技能的培育紧紧围绕职业能力要求来进行,同时将课程任务、内容与研、创、学、思深度融合,科学技术与教学内容融会贯通,理论学习与综合实践相互维系,技能培养与素质素养共同聚焦,提升学生的综合素养。按照能力目标要求,不仅完成了教学任务,而且也提高了学生的学习积极性,同时加深了学生对职业岗位的认识,提高了学生的实践能力。为了承接国家与社会对生物制药产业的需求,我们的药品生物技术专业以培养出符合需求的懂理论、精操作、能创新、善研究的综

合性人才为目标,今后还将不断地改革和探索,践行产教融合、科教融汇的理念,努力培养出国家所需的综合性人才。

作者贡献声明

刘晓亭:文章的撰写、排版和修订;李子:参与文章的撰写和审核;刘磊:课程调研、提供资源;汪楠楠:执行调研、课程思政元素的搜集和整理;孙艳华:获取基金、文章撰写和审核。

作者利益冲突公开声明

作者声明绝无任何可能会影响本文所报告工作的已知经济利益或个人关系。

REFERENCES

- [1] 周德庆. 微生物学教程[M]. 4 版. 北京: 高等教育出版社, 2020: 1-384.
ZHOU DQ. Essential Microbiology[M]. 4th ed. Beijing:

- Higher Education Press, 2020: 1-384 (in Chinese).
- [2] 官妍, 程惠娟, 汪长中, 乐红霞, 王艳. 药学专业“微生物学”实验课程改革[J]. 微生物学通报, 2008, 35(6): 980-982.
GUAN Y, CHENG HJ, WANG CZ, LE HX, WANG Y. On the reform of experimental teaching of Microbiology for pharmacy speciality[J]. Microbiology China, 2008, 35(6): 980-982 (in Chinese).
- [3] 陈彬. 基于能力本位的《微生物学》课程改革初探[J]. 新课程研究, 2011(11): 46-48.
CHEN B. Preliminary study on the curriculum reform of Microbiology based on competence standard[J]. New Curriculum Research, 2011(6): 46-48 (in Chinese).
- [4] 李伟娟. “双高计划”视域下课程思政教学改革探索: 以“数控加工产品质量控制与检测”课程为例[J]. 包头职业技术学院学报, 2024, 25(1): 86-91.
LI WJ. Teaching reform of ideological and political education in curriculum based on “double-height program”[J]. Journal of Baotou Vocational & Technical College, 2024, 25(1): 86-91 (in Chinese).
- [5] 尹德胜, 彭长兰. 职业院校化工专业微生物学基础课程信息化教学设计与实施[J]. 化工管理, 2022(19): 41-43.
YIN DS, PENG CL. Design and implementation of information-based teaching for Microbiology Basic courses of chemical engineering specialty in vocational colleges[J]. Chemical Management, 2022(19): 41-43 (in Chinese).
- [6] 陈万浩, 任秀秀, 曾茜, 代永东, 梁建东. 中药学专业微生物学教学课程设计探索[J]. 微生物学杂志, 2023, 43(3): 121-128.
CHEN WH, REN XX, ZENG Q, DAI YD, LIANG JD. Exploration of a Microbiology curriculum design for Chinese medicine program teaching[J]. Journal of Microbiology, 2023, 43(3): 121-128 (in Chinese).
- [7] 刘佳, 王琴, 周亚梅, 李佩纹, 郭锐. 高职微生物学模块化教学改革[J]. 化工管理, 2023(24): 32-35.
LIU J, WANG Q, ZHOU YM, LI PW, GUO R. Modular teaching reform of Pharmaceutical Microbiology in higher vocational[J]. Chemical Engineering Management, 2023(24): 32-35 (in Chinese).
- [8] 彭沁, 金映虹, 吴红萍, 黄循吟. 基于模块化教学和“翻转课堂”模式的微生物学教学改革探索[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2019, 32(2): 232-236.
PENG Q, JIN YH, WU HP, HUANG XY. The exploration on educational reform of Microbiology with modular and ‘flipped classroom’ mode[J]. Journal of Hainan Normal University (Natural Science), 2019, 32(2): 232-236 (in Chinese).
- [9] 陈彬. 基于能力本位的微生物学课程改革初探[J]. 中国职业技术教育, 2011(23): 49-51.
CHEN B. Preliminary study on the curriculum reform of Microbiology based on competence standard[J]. Chinese Vocational and Technical Education, 2011(23): 49-51 (in Chinese).
- [10] 李仕瑾. 基于“岗课赛证”融通的高职商科专业实践教学模式探索[J]. 科教导刊, 2022(25): 79-82.
LI SJ. Exploration on practical teaching mode for business major in higher vocational colleges based on the integration of “post course competition certificate”[J]. The Guide of Science & Education, 2022(25): 79-82 (in Chinese).
- [11] 陈永敢, 雷莹, 李珍, 陈川平, 黄海. 土壤微生物学实验模块化教学研究[J]. 现代农业科技, 2019(18): 253-254, 256.
CHEN YG, LEI Y, LI Z, CHEN CP, HUANG H. Research on establishment of experimental modularity of Soil Microbiology[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2019(18): 253-254, 256 (in Chinese).
- [12] 程国军, 何冬兰, 李晓华, 裴国凤. 《微生物学》实验教学改革与创新[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(35): 22138-22139, 22142.
CHENG GJ, HE DL, LI XH, PEI GF. Reform and innovation in Microbiology experiment teaching[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39(35): 22138-22139, 22142 (in Chinese).
- [13] 龙正海, 黄贝贝, 纪其雄, 张煜炯, 叶剑儿. 高职药类专业《微生物学》课程教学体系优化[J]. 微生物学杂志, 2010, 30(2): 107-112.
LONG ZH, HUANG BB, JI QX, ZHANG YJ, YE JE. Optimization of teaching system of general Microbiology course for pharmacy specialty in higher vocational colleges[J]. Journal of Microbiology, 2010, 30(2): 107-112 (in Chinese).
- [14] 郑秋桦, 曾松荣, 柯野, 许钦坤, 郑炜彬. 微生物学系列课程融合思政元素的探索与实践[J]. 韶关学院学报, 2023, 44(2): 94-98.
ZHENG QH, ZENG SR, KE Y, XU QK, ZHENG WB. The exploration and practice of integration of microbiology series courses and courses with ideological-political elements[J]. Journal of Shaoguan University, 2023, 44(2): 94-98 (in Chinese).
- [15] 张静, 于鹏飞, 姜静, 李燕妮. 基于课程思政的“生物技术制药”融合教学创新与实践[J]. 教育教学论坛, 2023(10): 149-152.
ZHANG J, YU PF, JIANG J, LI YN. Innovation and practice of integration teaching in Biotechnological Pharmaceutics course based on “curriculum ideology and politics”[J]. Education and Teaching Forum, 2023(10): 149-152 (in Chinese).
- [16] 白雪莲, 薛大伟, 石陆娥, 辛越勇, 许明峰, 周婷, 武丽敏. 思政教育模式下的课程教学改革研究: 以微生物学课程为例[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(7): 271-273.
BAI XL, XUE DW, SHI LE, XIN YY, XU MF, ZHOU T, WU LM. Research on curriculum teaching reform under ideological and political education mode: a case study of Microbiology course[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2023, 51(7): 271-273 (in Chinese).
- [17] 陈萍, 周于婷, 路蕾, 邓小亮, 余利红, 欧阳永长. 强化能力培养的微生物学混合式教学实践[J]. 微生物学杂志, 2024, 44(2): 120-128.
CHEN P, ZHOU YT, LU L, DENG XL, YU LH, OUYANG YC. Application of blended teaching with the emphasis of ability training in teaching of Microbiology[J]. Journal of Microbiology, 2024, 44(2): 120-128 (in Chinese).